

PENYIMPANAN AIR MINUM DALAM KEMASAN MENGGUNAKAN ES DARI TEPUNG ACI TERGELATINISASI

THE STORAGE OF BOTTLED WATER USING ICE FROM GELATINIZED ACI FLOUR

Eli Yulita, Florentina Andryanie, Hanifatul Islamiyati

Balai Riset dan Standardisasi Industri Palembang
Jl Perindustrian II No 12, Sukarami, Palembang, 30152

e-mail : pradanaputri.8@gmail.com

Diterima: 23 September 2016; Direvisi: 5-26 Oktober 2016; Disetujui: 17 Nopember 2016

Abstrak

Tepung tapioka atau aci dapat digunakan untuk membuat es gel dengan melakukan proses gelatinisasi pada tepung aci. Penggunaan es gel tepung aci dapat mempermudah distribusi AMDK dibandingkan es batu. Penyimpanan air minum dalam kemasan (AMDK), sangat dipengaruhi oleh faktor suhu tempat penyimpanan. Suhu penyimpanan yang stabil dapat mempertahankan *self time* dan mutu dari AMDK. Untuk mempertahankan suhu penyimpanan dapat digunakan es sebagai media pendingin. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui pengaruh penyimpanan AMDK yang menggunakan es yang terbuat dari tepung aci tergelatinisasi. Tahapan penelitian yaitu penyiapan dan pembuatan es gel, pembekuan, penyimpanan AMDK dan analisa kimia dan mikrobiologi terhadap es gel dan AMDK yang meliputi kadar logam seperti Cd, Fe, Pb, Cr, Co, Ni, Ag dan As. Sedangkan untuk analisa mikrobiologi yaitu Angka Lempeng Total (ALT), *E.Coli* dan *Salmonella*. Hasil pengujian yang dilakukan terhadap kualitas dari AMDK terhadap kadar logam yaitu Cd 0,0025 mg/L; Fe 0,0925 mg/L; Pb 0,0159 mg/L; Cr 0,0280 mg/L; Co 0,010 mg/L; Ni 0,1029 mg/L; Ag 0,01 mg/L; As 0,0016 mg/L. Sedangkan hasil uji untuk analisa mikrobiologi meliputi Angka Lempeng Total < 10, *E.coli* < 2 dan *Salmonella* negatif.

Kata Kunci :AMDK, aci, es gel, gelatinisasi, suhu penyimpanan.

Abstract

*Tapioca flour or aci flour can be used to make ice gel by gelatinization process. The use of flour aci ice gel can facilitate the distribution of bottled water than ice cubes. The Storage of the bottled water highly influenced by temperature storage. Self time and the quality of the bottle water can be maintain if temperature storage was stable. To maintain the storage temperature can be used ice as the cooling medium. The purpose of this study is to determine the effect of starch aci gel ice storage on the quality of drinking water. Stages of research is preparation and making ice gel, freezing, storing drinking water and chemical analysis and microbiological analysis the ice gel and drinking water include the levels of metals such as Cd, Fe, Pb, Cr, Co, Ni, Ag dan As. As for microbiological analysis, Total Plate Count (TPC), *E. coli* and *Salmonella*. The results of tests performed on the quality of drinking water to the metal content is 0.0025 Cd mg/L; Fe 0.0925 mg/L; Pb 0.0159 mg/L; Cr 0.0280 mg/L; Co 0.010 mg/L; Ni 0.1029 mg/L; Ag 0.01 mg/L; As 0.0016 mg/L and the results for the microbiological analysis includes the Total Plate Count <10, *E.coli* <2 and negative *Salmonella*.*

Key words :bottled water, aci flour, ice gel, gelatinization, temperature of storage.

PENDAHULUAN

Air minum dan air minum dalam kemasan (AMDK) harus dijaga selama penyimpanan dan distribusi kepada konsumen untuk menghindari terjadinya kontaminasi oleh bakteri. Perlakuan penyimpanan AMDK yang tidak memenuhi persyaratan dapat menyebabkan terjadinya kontaminasi oleh bakteri yang dapat menyebabkan

AMDK menjadi tidak layak lagi untuk dikonsumsi.

Untuk menghindari kontaminasi oleh bakteri selama distribusi AMDK harus disimpan pada tempat yang kering, tidak lembab dan suhu ruang penyimpanan yang terjaga. Penurunan mutu AMDK dapat dihambat dengan perlakuan suhu rendah, hal ini disebabkan karena pada suhu rendah berupa pendinginan dan

pembekuan dapat menghambat pertumbuhan dan aktivitas bakteri.

Prinsip penyimpanan produk pangan pada suhu dingin yaitu proses pengambilan panas dari produk dan mempertahankannya selama penyimpanan, distribusi dan ritel. Bakteri memiliki fase pertumbuhan yang berhubungan dengan suhu optimum yang dimiliki oleh masing-masing bakteri. Pada suhu yang tidak sesuai dengan pertumbuhan bakteri dapat terjadi penginaktifan beberapa enzim yang berperan dalam pertumbuhan dan perkembangbiakan bakteri sehingga sel bakteri menjadi rusak dan pecah (Stephen dan James, 2014). Sedangkan menurut Khomsan (2004), pada suhu dingin dan beku, terjadi kenaikan konsentrasi padatan intraseluler sehingga mengakibatkan perubahan fisik dan kimia sel-sel bakteri dan fungi.

Penyimpanan AMDK pada suhu dingin dapat mempertahankan mutu sehingga layak untuk dikonsumsi sesuai dengan umur penyimpanannya (Asgar dan Rahayu, 2014). Untuk mempertahankan suhu penyimpanan agar tetap dingin antara -1°C sampai dengan 8°C , dapat digunakan media pendingin seperti es batu dan es kering. Penggunaan es batu pada AMDK menyebabkan es batu cepat mencair dan volume serta berat selama distribusi menjadi tidak efektif sehingga alternatif lain dapat digunakan yaitu dengan menggunakan es kering, misalnya *ice pack* dan es gel. *Ice pack* dan es gel dapat diperoleh dengan mudah karena merupakan produk komersil yang banyak dijual di pasaran tetapi mempunyai harga yang relatif mahal, sebagai alternatif dipakai es gel yang dapat dibuat dengan menggunakan pati tepung aci.

Tepung tapioka atau tepung aci dengan perbandingan yang tepat dapat digunakan untuk membuat es gel karena pati dari tepung aci mempunyai sifat *thickening* (mengentalkan) dan *gelling* (pembentuk gel) (Imanningsih, 2012). Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui pengaruh penyimpanan es gel tepung aci terhadap mutu AMDK.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Air Minum dalam kemasan (AMDK) botol ukuran 600 ml, tepung aci, NaCl atau garam dapur, asam asetat 5%, plastik poli etilen, bunsen, *aluminium foil*, *micropipet*, AAS, tabung reaksi dan alat-alat yang biasa digunakan untuk analisa mikrobiologi dan AMDK.

Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu kompor, panci, sendok kayu, *vaccum* dan *sealer*, baskom, neraca kasar, *frezeer*, *sterofoam box*, dan lain-lain

Prosedur Penelitian

Penggunaan Es Gel Aci untuk penyimpanan AMDK

Disiapkan AMDK kemasan botol ukuran 600Diagram alir pembuatan es gel tepung aci untuk penyimpanan AMDK pada Gambar 1. Kegiatan penelitian dilaksanakan pada skala laboratorium dengan memanfaatkan tepung aci yang digunakan dalam pembuatan es gel untuk penyimpanan AMDK. Selanjutnya AMDK yang disimpan menggunakan es gel dimasukkan ke dalam *sterofoam* selanjutnya diamati perubahan suhu yang terjadi selama penyimpanan.

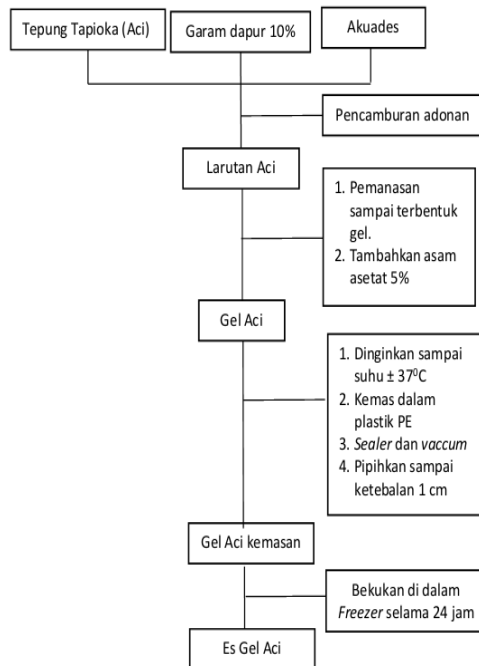
Tahap awal penelitian dimulai dengan penyiapan bahan-bahan penelitian untuk pembuatan es gel aci, pembuatan larutan aci, pemasakan larutan aci menjadi gel, pengemasan dan pembekuan gel aci menjadi es gel.

Selanjutnya dilakukan pengujian terhadap kadar logam dan cemaran mikroba pada es gel aci dan AMDK setelah disimpan dengan menggunakan es gel aci.

Prosedur Pembuatan Es Gel Aci

Pembuatan es gel aci diawali dengan melarutkan tepung aci yang sudah ditambahkan garam dapur dengan perbandingan 10:1, 10:2, dan 10:3 ke dalam 3 Liter akuades, aduk perlahan sampai terbentuk larutan aci yang

homogen dengan menyaring larutan tersebut. Kemudian larutan aci dipanaskan sampai mengental dan terjadi proses gelatinisasi sehingga terbentuk gel aci. Kemudian ditambahkan 250 ml larutan asam asetat 5%. Selanjutnya dilakukan proses pendinginan sampai suhu 30°C. Gel aci yang telah dingin dikemas dalam plastik Poli Etilen dengan cara dipipihkan hingga ketebalan 1 cm sehingga diperoleh es gel dengan dimensi 18 cm x 13 cm x 1 cm. Gel aci yang sudah dikemas dibekukan dalam freezer selama 24 jam dan siap digunakan untuk penyimpanan AMDK. mL ke dalam sterofom ukuran panjang 30 Cm, lebar 20 Cm dan Tinggi 25 Cm. Diletakkan es gel aci pada dasar sterofom, kemudian di atas es gel disusun AMDK. Selanjutnya disusun lagi es gel aci diatasnya berselang-seling dengan AMDK sampai 2 lapisan AMDK. Pengukuran perubahan suhu yang terjadi dilakukan setiap 2 jam selama 24 jam.



Gambar 1. Diagram Alir Proses Pembuatan Es Gel Aci.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses Pembekuan Es Gel Aci

Proses pembekuan es gel aci dimulai dengan menurunkan suhu produk sampai titik bekunya. Menurut Patpi (2007) proses pembekuan diawali terjadi pembentukan *initial freezing point* yang kemudian terjadi pembentukan kristal es.

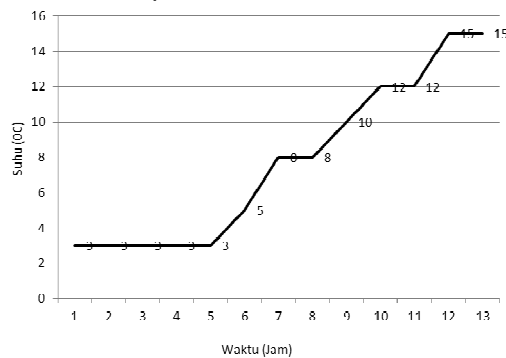
Suhu awal pembentukan es gel terjadi pada 6°C. Sistem pembekuan mekanik merupakan proses teknik pembekuan yang bekerja berdasarkan mekanisme evaporasi dan kompresi refrigeran yang berlangsung secara terus menerus sehingga bisa mendinginkan udara, cair dan permukaan tersentuh yang akan digunakan untuk mengambil panas dari produk yang dibekukan (Patpi, 2007).

Proses pembekuan es gel aci pada penelitian ini membutuhkan waktu yang relatif masih lambat sehingga rata-rata waktu yang dibutuhkan dalam penelitian ini untuk sampai beku yaitu 24 jam. Kecepatan proses pembekuan adalah salah satu faktor yang dapat mempengaruhi mutu produk beku yang akan dihasilkan. Kecepatan pembekuan dipengaruhi oleh penambahan konsentrasi garam yang ditambahkan ke dalam larutan tepung aci, semakin besar konsentrasi garam yang ditambahkan maka semakin cepat proses pembekuan terjadi. Pada penambahan konsentrasi garam dengan perbandingan 10:1 proses pembekuan terjadi selama 24 jam. Laju pembekuan dapat dikategorikan menjadi laju pembekuan lambat dan laju pembekuan cepat yang terkait dengan waktu proses pembekuan. Pada proses laju pembekuan lambat, waktu yang diperlukan untuk membekukan suatu bahan dengan laju pergerakan permukaan beku sekitar 0,2 cm/jam. Kristal es yang dihasilkan pada proses pembekuan lambat mempunyai jumlah yang lebih sedikit dengan ukuran yang lebih besar dari pembekuan cepat. Sehingga pembekuan lambat kurang efektif jika digunakan untuk menyimpan produk pangan karena dapat merusak

sel-sel jaringan pangan sehingga dapat menyebabkan sel jaringan produk yang dibekukan kehilangan air dan keteguhan tekstur (Patpi, 2007) dan (Cahyani, 2015)

Suhu Penyimpanan AMDK dengan Penggunaan Es Gel Aci

Perubahan suhu terjadi selama 24 jam disebabkan karena es gel aci sudah mulai mencair pada jam ke-10 setelah proses penyimpanan. Grafik perubahan suhu terlihat pada Gambar. 2



Gambar 2. Perubahan Suhu Penyimpanan AMDK dengan Menggunakan Es Gel Aci

Perubahan suhu selama penyimpanan terjadi setelah jam ke-10 cenderung naik, suhu awal pada saat penyimpanan adalah 3°C. Pada jam ke-10 es gel mulai mencair, hal ini disebabkan karena terjadi perpindahan suhu produk AMDK ke es gel. Proses pencairan atau dekomposisi adalah proses penghacuran struktur kristal suatu material/zat, yang membutuhkan energi panas yang diambil dari material atau zat sedangkan pembekuan adalah proses penyatuan kembali kristal-kristal yang telah hancur sehingga kembali solid, kedua proses ini dapat terjadi secara reversibel, hal ini dikemukakan oleh Rosa (2008).

Proses Gelatinasi Tepung Aci

Perubahan larutan tepung aci selama pemanasan berlangsung cepat dan melalui beberapa tahapan yang diawali dengan penyerapan air dingin oleh tepung aci dan bersifat reversibel, selanjutnya pada suhu 50°C larutan pati

mulai mengalami pengentalan dan berubah menjadi zat semi cair padat berbentuk pasta berwarna putih bening yang kompak sehingga ketika dilakukan proses pendinginan tidak mencair. Menurut Smith (1982) perubahan granula pati selama pemanasan berlangsung cepat dan melalui beberapa tahapan yang diawali dengan penyerapan air dingin oleh pati sampai 5-30% dan bersifat reversibel, selanjutnya pada suhu 65°C ketika granula pati mulai mengembang dan menyerap air dalam jumlah banyak sehingga bersifat irreversibel dan dilanjutkan proses pengembangan granula menjadi lebih besar dan amilosa keluar dari granula pati terdispersi ke dalam larutan sehingga granula pati pecah. Meyer (1985) dan French (1984) mengemukakan bahwa molekul-molekul pati membentuk suatu susunan agregat kristalin yang tersusun atas beberapa lapisan amilosa, amilopektin dan amilosa. Molekul-molekul kristalin ini akan membentuk lapisan kompak sehingga susah ditembus oleh air, enzim dan bahan kimia. Whistler (1984) menyatakan bahwa pati tidak larut dalam air dingin tetapi jika dipanaskan pada suhu antara 52°C sampai dengan 80°C akan mengalami gelatinisasi dan viskositasnya akan naik. Hal ini disebabkan karena proses pemanasan dapat menyebabkan energi kinetik molekul-molekul air menjadi lebih kuat dari pada daya tarik menarik antara molekul pati dalam granula, sehingga air dapat masuk ke dalam pati. Granula pati dapat terus berkembang dan pecah, tetapi jika granula pati yang menggembung dan membentuk gelatin dipanaskan lagi pada suhu yang terus dinaikkan akan mencapai viskositas puncak dan setelah didinginkan molekul-molekul amilosa akan cenderung bergabung kembali sehingga terjadi proses regelatinisasi (Kearsley dan Sicar, 1989). Sedangkan menurut Smith (1982) Gelatinisasi terjadi karena adanya pemutusan ikatan hidrogen sehingga air masuk ke dalam granula pati dan mengakibatkan pengembangan granula.

Migrasi Logam Selama Penyimpanan AMDK dengan Menggunakan Es Gel Aci

Hasil uji logam pada AMDK selama penyimpanan terdapat dalam Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Uji Logam pada AMDK selama Penyimpanan dengan Menggunakan Es Gel dan Tanpa Es Gel (Kontrol)

Parameter (Mg/L)	Hasil Uji Penyimpanan AMDK	
	Gel Aci	Kontrol
Cd	0,0027	0,0025
Fe	0,0922	0,0925
Pb	0,0168	0,0159
Cr	0,0292	0,0280
Co	0,014	0,010
Ni	0,1033	0,1029
Ag	0,0106	0,0100
As	0,0016	0,0016

Pada hasil uji menunjukkan bahwa tidak terjadi migrasi atau perpindahan kandungan logam dari es gel ke AMDK selama penyimpanan disebabkan karena kondisi kemasan yang tidak mengalami kebocoran. Hal ini menunjukkan bahwa es gel aci aman digunakan untuk produk AMDK.

Kontak antara plastik dan makanan atau minuman dapat menyebabkan perpindahan atau migrasi bahan-bahan kimia seperti monomer dan zat aditif dari plastik ke makanan jika suhu di dalam plastik tidak dikendalikan dengan tepat. Migrasi monomer plastik terjadi akibat pengaruh suhu panas makanan, waktu penyimpanan, dan proses pengolahannya. Semakin tinggi suhu maka semakin cepat kemungkinan terjadi migrasi (Koswara, 2006). Lamanya waktu penyimpanan makanan juga berpengaruh terhadap perpindahan materi berbau kimia ini. Semakin lama kontak antara makanan dengan kemasan plastik, semakin tinggi jumlah bahan kimia yang bermigrasi ke makanan (Irawan dan Supeni, 2013), (Sulchan dan Nur, 2007). Telah diketahui bahwa plastik merupakan material yang bersifat *inert* dan residu monomer serta aditif lain yang digunakan dalam

pembuatan suatu polimer plastik dapat bermigrasi ke dalam pangan yang dikemas. Dekomposisi dan migrasi komponen plastik dapat berlangsung cepat dengan meningkatnya suhu (Syamsir, 2008 dan Andriewongso, 2008). Migrasi merupakan perpindahan partikel, monomer dan zat aditif yang terdapat dalam kemasan ke dalam bahan makanan. Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi migrasi partikel kemasan ke produk yang dikemas yaitu luas permukaan bagian makanan yang terjadi kontak dengan kemasan, kecepatan migrasi, jenis bahan plastik, dan suhu serta lamanya kontak. Penyimpanan bahan makanan di dalam kemasan selama 10 hari pada suhu 45°C menghasilkan migrasi yang tak berbeda nyata dengan penyimpanan selama 6 hari pada suhu 25°C, semakin tinggi suhu bahan makanan yang dikemas, semakin cepat kemungkinan terjadinya migrasi zat-zat plastik ke dalam makanan (Sulchan 2007; Winarno 1994).

Hasil Uji Logam Es Gel Aci

Hasil uji logam es gel aci terdapat pada Tabel 2. Hasil uji logam es gel aci pada penelitian ini menunjukkan adanya beberapa logam yang terdapat pada es gel, hal ini disebabkan karena tepung aci yang digunakan mengandung beberapa mineral logam yang tidak hilang selama proses pemasakan dan pembekuan.

Tabel 2. Hasil Uji Logam pada Es Gel Aci

Parameter	Hasil Uji
Cd	0,0006
Zn	0,0683
Fe	1,2449
Pb	0,0886
Cu	0,0049
Cr	0,0609
Mn	0,2518
Co	0,0268
Ni	0,0956
Ag	0,0343
As	0,0059

Pengujian Kualitas AMDK secara Mikrobiologi

Menurut Standar Nasional Indonesia (SNI) 01-3553-2006, kualitas

air minum dalam kemasan secara mikrobiologi seperti pada Tabel 3. Syarat Mutu AMDK secara Mikrobiologi (BSN : 2006). Hasil pengujian kualitas mikrobiologi terhadap kualitas AMDK dalam penelitian ini setelah disimpan dalam styrofoam selama 24 jam dengan menggunakan es gel memenuhi persyaratan SNI 01-3553-2006. Dengan mutu Angka Lempeng Total < 10, Bakteri bentuk koli < 2 dan Salmonella Negatif, hal ini menunjukkan bahwa penyimpanan AMDK dengan menggunakan *Es gel* Tapioka dapat mempertahankan mutu AMDK secara mikrobiologi.

Tabel 3. Pengujian Kualitas AMDK secara Mikrobiologi

Parameter	Syarat Mutu		Hasil Penelitian
	AMDK	Air Demineral	
Angka Lempeng Total (Pasar)	Maks $1,0 \times 10^5$	Maks $1,0 \times 10^5$	< 10
<i>E.Coli</i>	< 2	< 2	< 2
<i>Salmonella</i>	Negatif	Negatif	Negatif

Untuk menghindari kontaminasi oleh mikroorganisme selama distribusi, AMDK harus disimpan pada tempat yang kering, tidak lembab dan suhu ruangan yang terjaga. Penurunan mutu AMDK dapat dihambat dengan perlakuan suhu rendah atau dingin. Penggunaan suhu rendah berupa pendingin dan pembeku dapat menghambat laju pertumbuhan mikroorganisme. Prinsip pendinginan dan pembekuan adalah mengurangi atau menginaktifkan dan menghambat pertumbuhan bakteri yang terdapat di dalam AMDK.

Suriani *et.al.*(2013) menyatakan bahwa hasil penelitian pada lima isolat bakteri pada beberapa variasi suhu menunjukkan bahwa semua isolat bakteri dapat tumbuh pada rentang suhu 20 °C sampai dengan 40 °C. Hasil analisis menunjukkan bahwa laju pertumbuhan lima isolat bakteri mempunyai variasi yang nyata sehingga laju

pertumbuhannya meningkat seiring dengan peningkatan suhu.

Suhu sangat memengaruhi kecepatan pertumbuhan mikrobial, kecepatan sintesis enzim dan kecepatan inaktivasi enzim (Knob dan Carmona, 2008).

Setiap mikrobial termasuk bakteri mempunyai suhu optimum, maksimum dan minimum untuk pertumbuhannya. Jika suhu lingkungan lebih kecil dari suhu minimum atau lebih besar dari suhu maksimum pertumbuhannya maka aktivitas enzim akan terhenti bahkan pada suhu yang terlalu tinggi akan terjadi denaturasi enzim. Pertumbuhan mikrobial terjadi pada suhu dengan kisaran kira-kira 30 °C. Kecepatan pertumbuhan mikrobial meningkat lambat dengan naiknya suhu mencapai kecepatan pertumbuhan maksimum. Di atas suhu maksimum kecepatan pertumbuhan mikrobial menurun dengan cepat dengan naiknya suhu (Sari, 2012).

KESIMPULAN

Tepung aci atau tepung tapioka dapat digunakan untuk membuat es gel aci yang digunakan penyimpanan AMDK pada suhu dingin sehingga dapat mempertahankan mutu dari AMDK sesuai dengan umur penyimpanannya. Selain itu es gel yang dibuat dari tepung aci ini dapat membuat proses distribusi dan transportasi menjadi lebih efektif jika dibandingkan dengan menggunakan es batu.

SARAN

Perlu dilakukan penelitian terhadap berbagai konsentrasi asam asetat yang ditambahkan kedalam tepung aci yang akan dibuat es gel.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Bapak Kepala Baristand Industri Palembang atas kesempatan

yang diberikan kepada Penulis selama melaksanakan penelitian di Laboratorium Baristand Industri Palembang.

DAFTAR PUSTAKA

- Anguilar C., NA Anzaldua-Morales., R Tamalas, and G. Gastelum. (1997). Low temperature Blanch Improves Textural Quality of French Fries. *Journal of Food Science*. 6(3)
- Cahyani, A.,F.,Koos., Lauren., C.,W., Risqia, A.,P., Vicha, V., M., Agustin, K.,W., Harsojo, (2015). Aplikasi Teknologi Hurdle Menggunakan Iradiasi Gamma dan Penyimpanan Beku untuk Mereduksi Bakteri Patogen pada Bahan Pangan : Kajian Pustaka, *Jurnal Pangan dan Agroindustri* 3(1) :73-79
- French, D., (1984). *Organization of Starch Granules*.
- Imanningsih, (2012). Profil Gelatinisasi Beberapa Formulasi Tepung-Tepungan untuk Pendugaan Sifat Pemasakan. *Penel Gizi Makan* 35(1):13-12
- Irawan, S., dan Guntarti S., (2013). Karakterisasi Migrasi Kemsan dan Peralatan Rumah Tangga Berbasis Polimer, *J. Kimia Kemasan*, Vol.35 No.2
- Kearsley, M.W., and P.J.Sicard. (1989). *The Chemistry of Starches and Sugars Presents in Food*. Dietary Starches and Sugars in Man. Springer-Verlag.London.
- Koswara dan Sutrisno,, (2006). Bahaya di balik kemasan plastik. Buletin Kesehatan, <http://ebookpangan.com>. (Diakses 23 Agustus 2016).
- Khomsan A. (2004). *Pangan dan Gizi*. Yogyakarta.
- Knob., A., & Carmona, E.C., (2008). Xylanase production by *Penicillium sclerotiorum* and its characterization. *World Applied Sciences Journal* 4(2): 277-283.
- Meyer, H., (1985). *Food Chemistry*. Reinhold Corporation, New York.
- Patpi., (2007). Teknologi Pembekuan Pangan, *Food Review Indonesia*, 2(7)
- Rosa, Y., (2008). Peningkatan Perpindahan Panas KOntak Langsung pada Pencairan Bahan Makanan Beku, *Jurnal Teknik Mesin*. 5(1).
- Smith, P.S., (1982). *Starch Derivatives and Their Use in Foods*. Avi Publishing \Company.Inc.Wesport.Connecticut.
- Sulchan, M. dan E., Nur. (2007). Keamanan pangan kemasan plastik styrofoam. *Majalah Kedokteran Indonesia*. 57(2).
- Stephen J. James and Christian J., (2014). *Chilling and Freezing of Food*. Food Refrigeration and Process Engineering Research Centre, Grimsby, UK
- Stephanie Jung, and Buddhi Lamsal. (2014). *Food Processing: Principles and Applications*, Second Edition. Published 2014 by John Wiley & Sons, Ltd.
- Syamsir dan Elvira. (2008). Potensi migrasi komponen volatil plastik selama pemanasan dalam oven microwave. <http://id.shvoong.com/tags/migrasi> plastik, (Diakses 23 Agustus 2016)
- Suriani, S., Soemarno dan Suharjono. (2013). Pengaruh Suhu dan pH terhadap Laju pertumbuhan Lima Isolat Bakteri Anggota Genus *Pseudomonas* yang diisolasi dari Ekosistem Sungai Tercemar Deterjen. *J-PAL*. 3(2).
- Whistler, R.L., J.N. Bemiller dan E.F. Paschall. (eds). *Chemistry and Technology*, 2nd ed :183-248.
- Asgar, A. Rahayu, ST (2014). Pengaruh Suhu Penyimpanan dan Waktu Pengkondisian untuk Mempertahan Kualitas Kentang Kultivar Margahayu. *Berita Biologi* 13(3).